

BAB VI

ALTERNATIF PENANGGULANGAN ABRASI

6.1 Perlindungan Pantai

Secara alami pantai telah mempunyai perlindungan alami, tetapi seiring perkembangan waktu garis pantai selalu berubah. Perubahan garis pantai terjadi akibat interaksi antara gelombang laut dan daratan sehingga pantai membuat keseimbangan baru. Berdasarkan perkembangan dari tahun ke tahun dan melalui program *GENESIS* terlihat bahwa pada Pantai Sayung telah terjadi perubahan garis pantai ke arah daratan. Dapat dikatakan pada Pantai Sayung telah terjadi abrasi akibat pengaruh gelombang sehingga terjadi transpor sedimen sejajar pantai.

Kawasan Pantai Sayung merupakan daerah pemukiman penduduk dan terdapat banyak tambak ikan sebagai mata pencarian penduduk sekitar di pesisir pantai. Untuk melindungi pemukiman penduduk dari abrasi pantai diperlukan suatu penanganan yang efektif dan terpadu. Agar penanganan yang dipilih benar-benar dapat bermanfaat bagi warga sekitar.

Dalam pemilihan alternatif yang akan diambil untuk menanggulangi abrasi pada Pantai Sayung perlu dipertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi abrasi pada pantai dan tujuan yang akan dicapai serta pengaruh terhadap lingkungan. Berbagai faktor tersebut harus dipertimbangkan secara matang agar solusi yang diambil benar-benar efektif untuk menanggulangi abrasi pada Pantai Sayung.

6.2 Pemilihan Pelindung Pantai

Perlindungan pantai dapat dilakukan dengan *soft solution* atau *hard solution*. Cara *soft solution* (non struktur) dapat berupa penanaman pohon bakau (*mangrove*), pengisian pasir pada pantai (*sand nourishment*), pemeliharaan karang laut dan gundukan pasir (*dunes*) di pinggir pantai. Cara *hard solution*

(struktur) penanganan dengan jalan membuat struktur bangunan pelindung pantai, seperti dinding pantai (*seawall*), groin, *jetty* atau pemecah gelombang (*breakwater*).

6.2.1 *Soft Solution* (Non Struktur)

6.2.1.1 Penanaman Tumbuhan Pelindung Pantai

Penanaman tumbuhan pelindung pantai (bakau, nipah dan pohon api-api) dapat dilakukan terhadap pantai berlempung, karena pada pantai berlempung pohon bakau dan pohon api-api dapat tumbuh dengan baik tanpa perlu perawatan yang rumit. Pohon bakau dan pohon api-api dapat mengurangi energi gelombang yang mencapai pantai sehingga pantai terlindung dari serangan gelombang.

Penanaman pohon bakau juga dapat mempercepat pertumbuhan pantai karena akar-akar pohon bakau akan menahan sedimen/lumpur yang terbawa arus sehingga akan terjadi pengendapan di sekitar pepohonan bakau. Pohon bakau juga dapat berfungsi sebagai tempat berlindung biota laut dan bagi ikan, sehingga dapat melestarikan kehidupan di sekitar pantai tersebut. Pohon bakau juga berfungsi sebagai penghasil oksigen dan sebagai penyeimbang untuk kelestarian lingkungan pantai (Triatmodjo, 1999).

Agar dapat berfungsi dengan efektif diperlukan banyak bibit pohon bakau dan diperlukan area yang sangat luas untuk pelestarian pohon bakau. Perawatan pada masa-masa awal penanaman bakau juga diperlukan, karena pohon bakau memerlukan waktu yang lama agar dapat berfungsi dengan baik sebagai penahan gelombang. Untuk itu diperlukan perencanaan yang matang dan terpadu mulai menanam, memelihara dan perawatan tanaman bakau.

6.2.1.2 Pengisian Pasir (*Sand Nourishment*)

Perlindungan pantai dengan *sand nourishment* dipilih berdasar pertimbangan kesesuaian dan keharmonisan dengan lingkungan. Metode *sand nourishment* biasanya memerlukan biaya investasi lebih murah dibandingkan

metode lainnya, tetapi biaya operasi dan perawatannya relatif lebih mahal (Triatmodjo, 1999).

Prinsip kerja *sand nourishment* yaitu dengan menambahkan suplai sedimen ke daerah pantai yang potensial akan tererosi. Penambahan sedimen dapat dilakukan dengan menggunakan bahan dari laut maupun dari darat, tergantung ketersediaan material dan kemudahan transportasi. Suplai sedimen berfungsi sebagai cadangan sedimen yang akan di bawa oleh badai (gelombang yang besar) sehingga tidak mengganggu garis pantai. Diusahakan kualitas pasir urugan harus lebih baik atau sama dengan kualitas pasir yang akan diurug atau diameter pasir urugan diusahakan lebih besar atau sama dengan diameter pasir asli (Triatmodjo, 1999).

Sand nourishment merupakan cara yang cukup baik dan tidak memberikan dampak negatif pada daerah lain, namun perlu dilakukan secara terus-menerus sehingga memerlukan biaya perawatan yang mahal. Mengingat biaya operasional yang mahal maka *sand nourishment* hanya dilakukan jika memberikan keuntungan yang cukup besar dan nyata, seperti pantai untuk pariwisata.

6.2.2 Hard Solution (Struktur)

6.2.2.1 Groin (Groyne)

Struktur groin dibagi menjadi 2 bagian yaitu *difracting* dan *non-diffracting*. Groin *non-diffracting* biasanya memiliki panjang yang relatif lebih pendek jika dibandingkan dengan groin *diffracting*.

Panjang groin akan efektif menahan sedimen apabila bangunan tersebut menutup lebar *surfzone*. Namun keadaan tersebut dapat mengakibatkan suplai sedimen ke daerah hilir terhenti sehingga dapat mengakibatkan erosi di daerah hilir. Sehingga panjang groin dibuat 40% sampai dengan 60% dari lebar *surfzone* dan jarak antar groin adalah 1-3 panjang groin. (Triatmodjo, 1999)

Untuk memperkirakan bentuk perubahan garis pantai setelah adanya groin dalam jangka tertentu digunakan Program *GENESIS*.

Perencanaan groin:

Kedalaman gelombang pecah (d_b) = 0,83 m

Kemiringan dasar pantai (m) = 0,005

Lebar *surfzone* = 166 m

Panjang groin = (40% - 60%) \times Lebar *surfzone*
 = 40% \times 166 m
 = 66,4 m

Diambil 60 m

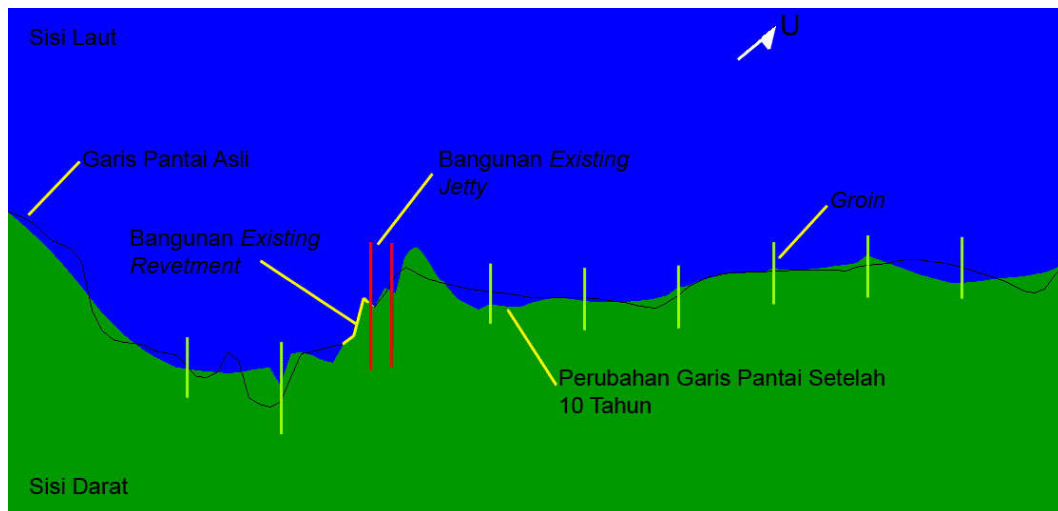
Jarak antar groin = 3 \times panjang groin
 = 3 \times 60
 = 180 m

Jumlah groin = 12 buah

Panjang, jarak dan jumlah groin tersebut dipakai sebagai *input* pada program *GENESIS*. *Input* yang harus dimasukkan ke dalam program *GENESIS* untuk simulasi perubahan garis pantai dengan adanya bangunan groin dapat dilihat pada Tabel 6.1 berikut :

Tabel 6.1 *Input Data Groin Pada GENESIS*

Groin	Keterangan
Panjang groin (m)	60
Jarak antar groin (m)	3 x panjang groin = 180
Permeabilitas	0,5
Diletakkan pada grid	18, 27, 47, 56, 65, 74, 83, 92
Jumlah groin (buah)	8



Gambar 6.1 Perubahan Garis Pantai Akibat Pemasangan Groyne Setelah 10 Tahun



Gambar 6.2 Perubahan Garis Pantai Akibat Pemasangan Groyne Setelah 20 Tahun

Dari Gambar 6.1 dan 6.2 dapat dilihat bahwa dengan adanya groyne pada Pantai Sayung dalam jangka lama masih terjadi perubahan garis pantai. Hal ini disebabkan groyne hanya dapat mengatasi *longshore transport* atau perpindahan sedimen sejajar pantai.

Groin memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut :

- a. Kelebihan (Triatmodjo, 1999):
 - Mampu menahan transpor sedimen sepanjang pantai
 - Groyne tipe T dapat digunakan sebagai inspeksi dan untuk keperluan wisata
- b. Kelemahan (Triatmodjo, 1999):
 - Pembangunan groyne pada pantai yang tererosi akibat *onshore offshore transport* dapat mempercepat erosi tersebut
 - Perlindungan pantai dengan groyne dapat menyebabkan erosi di daerah hilir.

6.2.2.2 *Breakwater* (Pemecah Gelombang)

Breakwater adalah pemecah gelombang yang ditempatkan secara terpisah-pisah pada jarak tertentu dari garis pantai dengan posisi sejajar pantai. Struktur pemecah gelombang ini dimaksudkan untuk melindungi pantai dari hantaman gelombang yang datang dari arah lepas pantai (Triatmodjo, 1999).

Prinsip kerja dari *breakwater* adalah dengan memanfaatkan difraksi gelombang. Akibat adanya difraksi gelombang akan menimbulkan pengaruh terhadap angkutan sedimen yang dibawa, salah satunya dengan terbentuknya tombolo di belakang posisi *breakwater*.

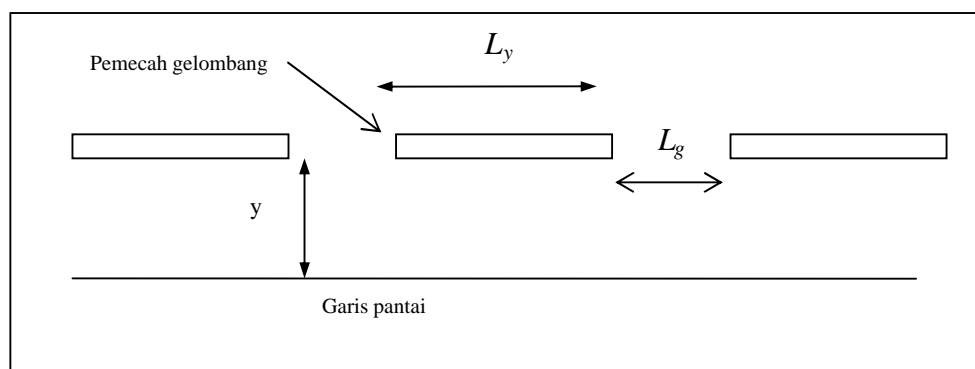
Penentuan panjang *breakwater* didasarkan pada tujuan pembentukan garis pantai yang diinginkan, yaitu tombolo atau *salient*. Tombolo adalah sedimentasi yang terbentuk tepat di belakang bangunan *breakwater*. Tombolo terjadi apabila jarak antara pemecah gelombang dengan garis pantai lebih kecil dibandingkan panjang pemecah gelombang. Sedangkan *salient* adalah sedimentasi yang terbentuk pada garis pantai. Berikut ini adalah beberapa kondisi penempatan pemecah gelombang terhadap garis pantai dan ukuran pokok untuk pembentukan tombolo atau *salient*.

Tabel 6.2 Kondisi Pembentukan Tombolo

Kondisi	Perubahan garis pantai	Referensi
$L_y/y > 2,0$	Tombolo	<i>SPM</i> (1894)
$L_y/y > 2,0$	Tombolo ganda	Gourley (1981)
$L_y/y > 0,67 \sim 1,0$	Tombolo di laut dangkal	Gourley (1981)
$L_y/y > 2,5$	Tombolo sementara	Ahrens dan Cox (1990)
$L_y/y > 1,5 \sim 2,0$	Tombolo	Daily dan Pope (1986)
$L_y/y > 1,5$	Tombolo (<i>breakwater</i> seri)	Daily dan Pope (1986)
$L_y/y > 1,0$	Tombolo (<i>breakwater</i> tunggal)	Suh dan Dalrymple (1987)
$L_y/y > 2 L_y/L_g$	Tombolo (<i>breakwater</i> seri)	Suh dan Dalrymple (1987)

Tabel 6.3 Kondisi Pembentukan *Salient*

Kondisi	Perubahan garis pantai	Referensi
$L_y/y < 1,0$	Tidak ada tombolo	<i>SPM</i> (1894)
$L_y/y < 0,4 \sim 0,5$	<i>Salient</i>	Gourley (1981)
$L_y/y < 0,5 \sim 0,67$	<i>Salient</i>	Daily dan Pope (1986)
$L_y/y < 1$	<i>Salient</i> (<i>breakwater</i> tunggal)	Suh dan Dalrymple (1987)
$L_y/y < 2 L_y/L_g$	<i>Salient</i> (<i>breakwater</i> seri)	Suh dan Dalrymple (1987)
$L_y/y < 1,5$	<i>Salient</i> yang berkembang	Ahrens dan Cox (1990)
$L_y/y < 0,8 \sim 1,5$	<i>Salient</i> yang kecil	Ahrens dan Cox (1990)

Gambar 6.3 Sketsa *Breakwater* Terhadap Garis Pantai

L_y : Panjang *breakwater*

y : Jarak *breakwater* dengan garis pantai

L_g : Jarak antar *breakwater*

Menurut Suh dan Dalrymple terjadi perubahan garis pantai akibat *multiple breakwater* jika :

$$\frac{L_y}{y} < \frac{2L_y}{L_g} \quad : \text{ Membentuk } \textit{salient}$$

$$\frac{L_y}{y} > \frac{2L_y}{L_g} \quad : \text{ Membentuk tombolo}$$

$$\frac{L_g \times y}{L_y^2} \approx 0,5 \quad : \text{ Membentuk tombolo}$$

Direncanakan digunakan pemecah gelombang tipe bawah muka air, sehingga tidak mengganggu pemandangan ke arah laut. Pemecah gelombang direncanakan diletakkan pada bagian pantai yang mengalami abrasi cukup parah. Pemecah gelombang di letakkan pada kedalaman 3,0 m atau sekitar 100 m dari garis pantai.

Direncanakan dapat membentuk *salient*

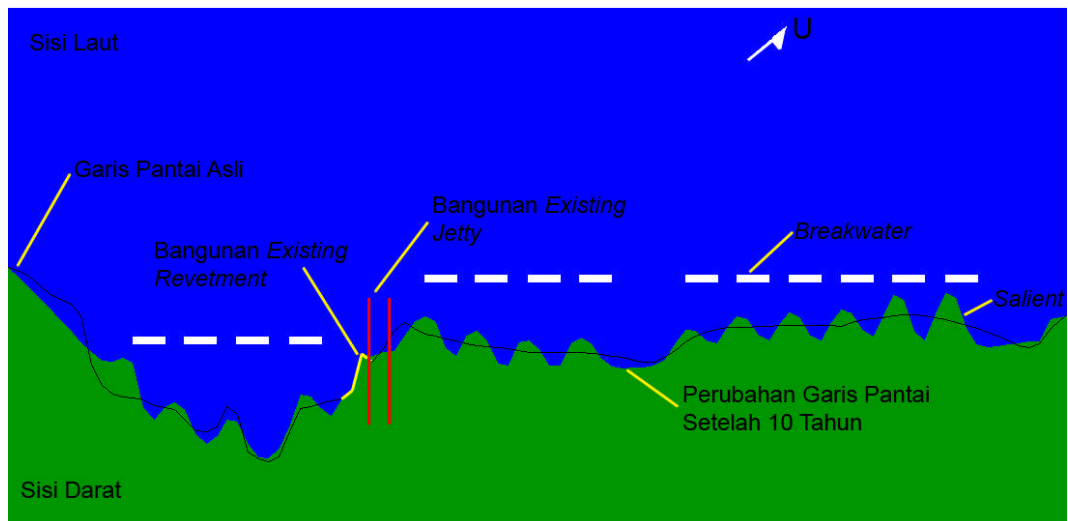
- Jarak *breakwater* ke garis pantai (y) = 100 m
- Panjang *breakwater* (L_y) = $100 \times 0,5 \sim 1 = 50 \sim 100$ m
- Diambil panjang *breakwater* = 60 m

Data-data input yang perlu ditambahkan kedalam program *GENESIS* adalah:

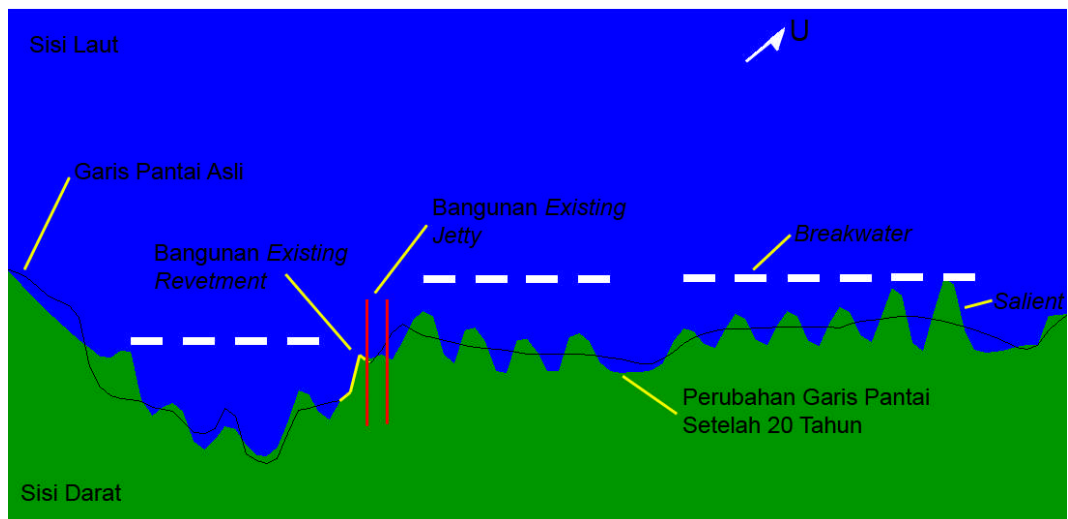
- Jumlah *breakwater* = 14 buah
- Panjang *breakwater* (L_y) = 60 m
- Jarak antara *breakwater* (L_g) = 40 m
- Jarak antara *breakwater* dengan garis pantai (y) = 100 m
- Kedalaman dasar *breakwater* = 0,5 m
- *Breakwater* ditempatkan pada grid = 23-26 ,28-31, 33-36, 38-41, 43-45, 47-50, 52-54.

$$\frac{L_y}{y} < \frac{2L_y}{L_g} = \frac{300}{300} < \frac{2 \times 300}{150}$$

Terbentuk *salient*



Gambar 6.4 Perubahan Garis Pantai Akibat *Breakwater* Setelah 10 Tahun



Gambar 6.5 Perubahan Garis Pantai Akibat *Breakwater* Setelah 20 Tahun

Breakwater memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut :

a. Kelebihan (Triatmodjo, 1999):

- Tidak dibangun sepanjang garis pantai yang akan dilindungi sehingga volume bahan yang lebih sedikit..
- Berfungsi juga untuk mengurangi ketinggian dan meredam energi gelombang.
- Berfungsi untuk menahan laju sedimen ke arah laut

b. Kelemahan (Triatmodjo, 1999):

- Proses pembangunan relatif lebih sulit dikarenakan pembangunan dilakukan terpisah dari pantai sehingga membutuhkan teknik khusus guna menempatkan peralatan konstruksi.
- Membutuhkan waktu agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya karena harus menunggu terjadinya tombolo/*salient*.
- Merupakan konstruksi berat sehingga biaya pembangunannya mahal.
- Karena biayanya yang mahal, konstruksi ini jarang digunakan untuk perlindungan pantai.

6.2.2.3 *Revetment dan Seawall*

Revetment dan *seawall* merupakan bangunan yang digunakan untuk melindungi struktur pantai dari bahaya erosi/abrasi dan gelombang kecil. *Revetment* dan *seawall* dibangun pada sepanjang garis pantai yang diprediksikan mengalami abrasi. *Revetment* dan *seawall* dimaksudkan untuk melindungi pantai dan daerah dibelakangnya dari serangan gelombang yang dapat mengakibatkan abrasi dan limpasan gelombang.

a. Kelebihan (Triatmodjo, 1999):

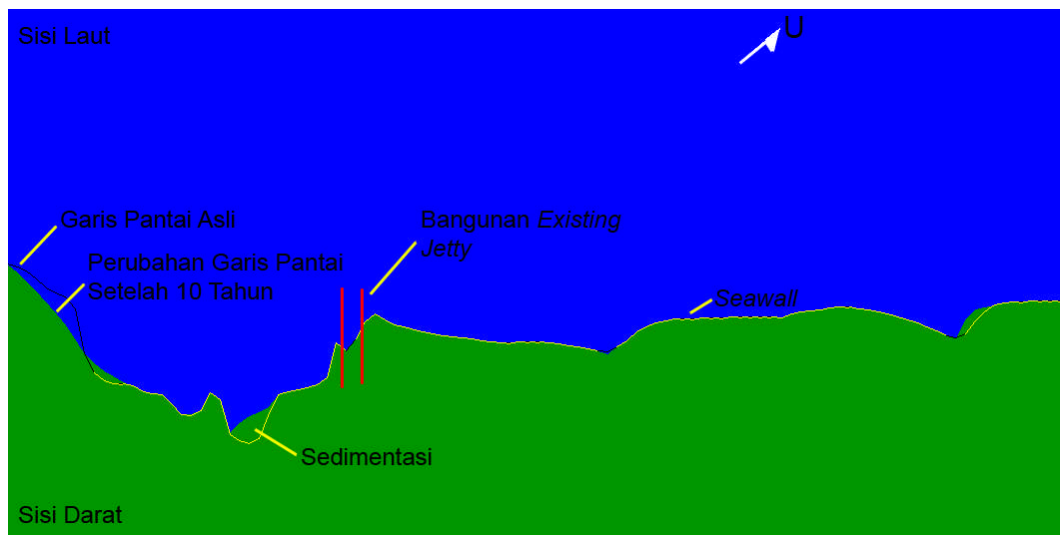
- Lebih masif sehingga dapat menahan gelombang yang besar
- Pada *seawall* dengan dinding vertikal pemakaian material relatif sedikit

- *Seawall* dengan dinding miring mempunyai bidang kontak dengan tanah dasar yang luas sehingga tidak membutuhkan kondisi tanah dasar yang prima
- Konstruksi relatif murah dan pembangunannya relatif mudah
- *Revetment* dengan sisi tegak dapat dimanfaatkan sebagai dermaga

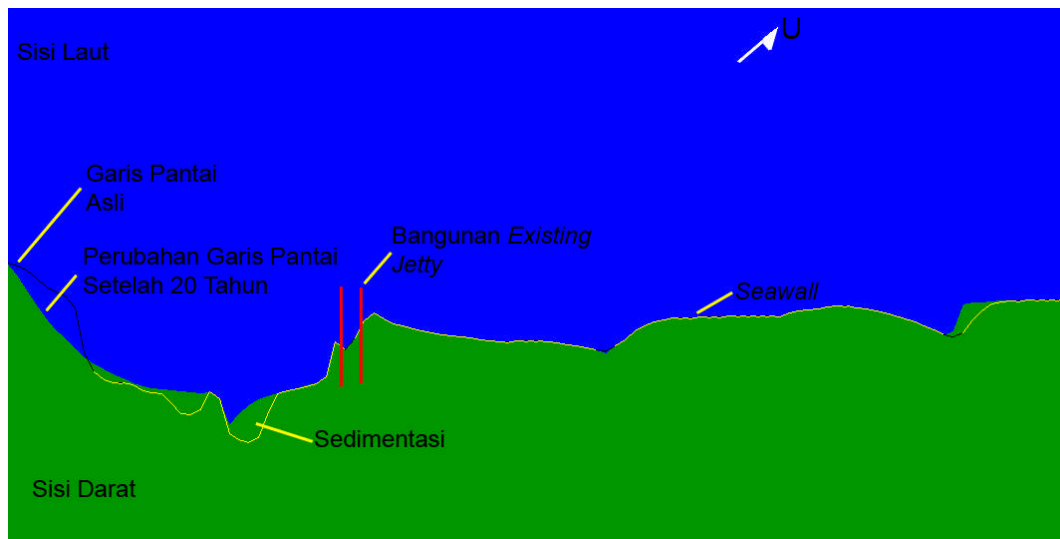
b. Kelemahan (Triatmodjo, 1999):

- Pembangunan *seawall* dinding tegak pada tanah lunak memerlukan perbaikan tanah atau pemakaian pondasi tiang pancang
- Pada *seawall* dinding miring harus diperhatikan tingginya rayapan gelombang yang terjadi, sehingga membutuhkan mercu bangunan yang lebih tinggi
- Harus diperhatikan kemungkinan terjadinya erosi di kaki bangunan
- Kurang kuat untuk menahan gelombang yang cukup besar

Seawall yang dibangun disepanjang garis pantai akan mengakibatkan perubahan garis pantai setelah 10 seperti ditunjukkan pada Gambar 6.5:



Gambar 6.6 Perubahan Garis Pantai Akibat *Seawall* Setelah 10 Tahun



Gambar 6.7 Perubahan Garis Pantai Akibat *Seawall* Setelah 20 Tahun

Kemampuan berbagai alternatif dalam menyelesaikan berbagai macam masalah dapat dilihat pada Tabel 6.4 yang ditunjukkan secara kualitatif.

Tabel 6.4 Perbandingan Metode Penanganan Kerusakan Pantai Sistem Kualitatif
(DPU, 2005)

No.	Aspek Penilaian	Pemecah Gelombang Lepas Pantai	Pemecah Gelombang Terendam	Reboisasi Mangrove	<i>Revetment/Seawall</i>	Groin/Jetty
1	Konservasi alam	✓	✓	✓	✓	✓
2	Ruang untuk kehidupan biota laut	✓	✓	✓	✓	✓
3	Ruang untuk kegiatan pariwisata/rekreasi	✓	✓	✓	✓	✓
4	Gangguan terhadap pemandangan	●	X	●	X	●
5	Perubahan pola gelombang	●	●	X	X	●
6	Perubahan pola arus	●	●	X	X	●
7	Terjadi gerusan lokal (pada tumit struktur)	●	X	X	●	●

8	Menginduksi erosi hilir	X	X	X	●	●
9	Menginduksi arus meretas pantai	●	X	X	X	●
10	Fungsi sebagai pelindung terhadap bencana alam (tsunami dan gelombang badai)	✓	✓	✓	✓	✓
11	Fungsi sebagai pelindung terhadap banjir pasang air laut (rob)	✓	✓	✓	✓	✓

Keterangan:

✓ sangat sesuai

● iya

✓ cukup sesuai

X tidak

✓ tidak sesuai

Untuk mengatasi permasalahan abrasi pantai di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak, digunakan *hard solution* yaitu pembangunan struktur pelindung pantai. Pemilihan bangunan pelindung pantai yang akan dipilih berdasarkan keefektifan bangunan tersebut dalam mengatasi abrasi pantai, kesesuaian dengan pola kehidupan penduduk sekitar dimana sebagian besar mata pencariannya sebagai nelayan dan petani tambak, kemudahan pembangunan, bahan baku dan biaya yang akan dikeluarkan untuk pembangunan struktur tersebut, serta berbagai pertimbangan lainnya.

Untuk mempermudah pemilihan bangunan pengaman pantai, keterangan simbolis dari Tabel 6.4 akan di konversi menjadi sistem angka (kuantitatif). Penilaian di ambil berdasarkan skala prioritas dari aspek yang di tinjau dikalikan dengan kemampuan masing-masing bangunan dalam menangani aspek yang ditinjau tersebut. Aspek yang ditinjau diurutkan dari prioritas terbesar sampai terkecil. Prioritas terbesar mendapat nilai 10, prioritas kedua dan ketiga bernilai 9 dan 8, dan seterusnya sampai prioritas kesepuluh dengan nilai 1. Kemampuan masing-masing bangunan dalam mengatasi aspek permasalahan diberi nilai dalam skala 1 sampai dengan 10, dimana nilai 1 berarti buruk / tidak naik dan 10 berarti sangat baik.

Sebagai salah satu contoh adalah tinjauan terhadap aspek keseimbangan sistem pantai, yang berarti kemampuan suatu bangunan menahan abrasi di suatu wilayah tanpa memberikan efek kerusakan di wilayah pantai lainnya. *Offshore breakwater* dapat menghasilkan sedimentasi di belakang bangunannya dan hampir tidak mengakibatkan abrasi di wilayah lain, sehingga mendapat nilai 8. Groin dapat mengakibatkan sedimentasi di bagian hulu, tetapi berakibat terhentinya pasokan sedimen di sisi hilir yang mengakibatkan abrasi. Sedangkan *revetment/seawall* kurang efektif dalam menahan transpor sedimen dan kerusakan garis pantai tetap berpeluang terjadi ujung bangunan. Groin dan *revetment* dalam hal ini sama-sama mendapat nilai 5. Nilai yang di dapat ketiga bangunan dikalikan dengan nilai yang dimiliki oleh aspek permasalahan, yaitu 10. Sehingga nilai *offshore breakwater* menjadi 80, groin 50 dan *revetment/seawall* 50. Bangunan yang mendapat total nilai paling besar akan dipilih untuk menyelesaikan permasalahan abrasi pantai di Kecamatan Sayung.

Perbandingan pemilihan bangunan pantai yang akan dipilih disajikan dalam Tabel 6.5

Tabel 6.5 Perbandingan Metode Penanganan Kerusakan Pantai Sistem Kuantitatif

No.	Aspek Penilaian	Skala Prioritas P (1-10)	<i>Offshore Breakwater</i>		<i>Seawall / Revetment</i>		<i>Groin / Jetty</i>	
			N (1-10)	N x P	N (1-10)	N x P	N (1-10)	N x P
1	Keseimbangan sistem pantai	10	8	80	5	50	5	50
2	Sesuai dengan kehidupan sosial budaya penduduk	9	8	72	6	54	7	63
3	Biaya konstruksi	8	6	48	8	64	7	56
4	Kemudahan pelaksanaan	7	6	42	8	56	7	49
5	Kemudahan pemeliharaan	6	6	36	7	42	7	42
6	Kemampuan membentuk sedimentasi	5	8	40	3	15	8	40
7	Kemampuan meredam tinggi dan energi gelombang	4	8	32	7	28	3	12
8	Kemampuan menahan <i>longshore sediment transport</i>	3	5	15	5	15	8	24
9	Kemampuan menahan <i>on-offshore sediment transport</i>	2	8	16	7	14	3	6
10	Ruang untuk kegiatan pariwisata	1	5	5	6	6	7	7
Total				386		344		349

Keterangan:

N : Nilai

1 – 2 : tidak/kurang baik 6 -8 : baik

3 – 5 : cukup baik 9 -10 : sangat baik

Dari perbandingan alternatif pengamanan pantai pada Tabel 6.5, *offshore breakwater* mendapat nilai paling tinggi, sehingga dipilih sebagai pengamanan pantai yang paling sesuai dengan kondisi di lokasi studi. Selain dari sistem penilaian, *offshore breakwater* dipilih karena memiliki pengaruh yang baik jika nantinya juga dilakukan pengamanan pantai cara *soft solution* seperti reboisasi *mangrove*. Beberapa keuntungan penggunaan *offshore breakwater* disertai reboisasi *mangrove* antara lain:

1. Sebagai Pelindung Hutan *Mangrove*

Penanaman kembali hutan *mangrove* seringkali gagal karena bibit *mangrove* yang baru di tanam belum memiliki akar yang kuat untuk menahan diri dari gelombang ombak yang besar. Dengan adanya breakwater di depan hutan *mangrove*, akan mengurangi tinggi gelombang datang sehingga tingkat kerusakan mangrove dapat di kurangi.

2. Memperbaiki Ekosistem Lingkungan Pantai

Lokasi pekerjaan merupakan pantai berlumpur dengan beberapa sungai yang bermuara disekitarnya. Pasokan sedimen dari sungai-sungai tersebut merupakan media yang mendukung pertumbuhan hutan *mangrove*. Selain itu hutan *mangrove* merupakan sumber nutrisi yang sangat kaya bagi budidaya tambak dan tempat pembiakan berbagai jenis ikan dan biota laut lainnya. Keuntungan lain, hutan *mangrove* akan menangkap sedimen sehingga lambat laun akan menaikkan elevasi lahan dan membentuk lahan baru.

3. Mendukung Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat di Lokasi Pekerjaan

Seperti telah diketahui bahwa lokasi pekerjaan merupakan daerah budidaya tambak sebagai sumber mata pencaharian masyarakat setempat. Salah satu keinginan masyarakat lokal adalah pemulihan lahan mata pencaharian dan pemukiman seperti sebelum terjadi kerusakan. Hutan *mangrove* mampu menangkap sedimen serta terbentuknya *salient* dari pengaruh keberadaan *offshore breakwater*, lambat laun akan menaikkan elevasi lahan dan membentuk lahan baru.